

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平2-281959

⑬ Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)11月19日

B 41 J 2/175

8703-2C B 41 J 3/04  
8703-2C

1 0 2 Z  
1 0 1 Y※

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全10頁)

⑮ 発明の名称 インク粘度調整によるプリントヘッドの性能調整方法

⑯ 特 願 平2-75365

⑰ 出 願 平2(1990)3月23日

優先権主張 ⑱ 1989年3月27日 ⑲ 米国(US) ⑳ 329218

⑳ 発 明 者 ニールス・ジェイ・ニ アメリカ合衆国オレゴン州97333 コーヴアリス、ベオリ  
ールセン ア・ロード・33046

㉑ 発 明 者 デイヴィッド・アー アメリカ合衆国カリフォルニア州92104 サン・ディエ  
ル・オデイス、ジュニ ゴ、チエロキー・アヴェニュー・3406  
ア

㉒ 出 願 人 ヒューレット・パツカ アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアルト ハノーバ  
ード・カンパニー ー・ストリート 3000

㉓ 代 理 人 弁理士 古 谷 繁 外2名

最終頁に続く

9月 8日 1990

# 1. 発明の名称

インク粘度調整によるプリントヘッドの  
性能調整方法

# 2. 特許請求の範囲

- 1 ノズルを介してインクの小滴を噴出するた  
めの小滴噴出手段と関連するノズルプレート  
内に複数のノズルを備え、インクジェット式  
プリンタ内に配設されたペン内の小滴安定性  
を増加させるための方法であって、上記イン  
クの粘度を増加させることを特徴とする方法。

# 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、インクジェット式プリンタに関し、  
特に、サーマルインクジェット式プリンタ、さ  
らにとりわけサーマルインクジェット式プリン  
トヘッドのノズル性能を實際に改良するための  
構造に関する。安定性および操作一貫性にお  
けるこの改良は、ノズルの噴射周波数範囲に  
及び、クロストーク(cross-talk)を減らすと

もに、噴射ノズル外面の過熱を生じ難くさせる  
ものである。

本書に述べる設計原理は、サーマルインクジ  
ェットの応用だけにとどまらず、実際には、熱  
式でないインクジェット式プリントヘッドの設  
計でも重要な意味をもつ。

本発明は、上記動作利点を達成する他の手段  
が製造工程上の制約から形状変更によって得る  
ことのできない設計環境において、特に価値が  
ある。

(従来の技術及びその課題)

密集して配列された複数のインク噴射ノズル  
を有するプリントヘッドを設計する場合、所定  
ノズルのダイナミックスを隣接ノズルと分離さ  
せる何等かの手段を講じる必要がある。さもな  
いと、ノズルに付随する熱からノズルがイン  
ク小滴を噴射するとき、ノズル間でクロスト  
ークが起こる。このクロストークは印刷品質を  
かなり低下させるので、周到に設計されたイン  
クジェットプリントヘッドには、プリナムが隣

隣ノズル間にクロストーク経路を形成しないように、ノズルと共通インク供給プリナム間のデカップリングを達成する何等かの特徴を含めなければならない。

さらに、インク小滴を非常に高速で噴出するためにインクジェット式プリントヘッドが要求される場合には、補給時のダイナミクスにより引き起こされるメニスカスの振動、すなわち、「リングング(ringing)」現象によって、引き続いて噴出される小滴の噴出が妨害されることを防止するように、各ノズルにあるメニスカスの動作を注意深く制御しなければならない。通常、各噴出間に要求される「セトリング時間(settling time)」は、ノズルを作動させることのできる最大戻還し速さに限界を設ける。インク小滴が前の噴出のすぐ後にノズルから噴出される場合には、メニスカスのリングングにより、後に噴出される小滴のインク量が変動される。メニスカスが平衡位置を「行き過ぎ(overshoot)」る場合には、行き過ぎ量に重畳された噴

出により、容認できないほど大きな小滴が噴出される。噴出が負の行き過ぎ量状態に重畳されるならば逆の現象が生じ得る。すなわち、噴出される小滴が余りに小さく、かつ極度に速くなる(これはスピアドロップ(spear drop)として知られている)。従って、インクジェット式プリントヘッドの最大印刷速度を高めるためには、いずれか1つのノズルの逐次噴出間のセトリング時間を最小限にするように、メニスカス振動を減らすための何等かの手段を設計に含める必要がある。

プリントヘッド設計の最適化の重要な目的は、クロストークを最小限にすることの他に、補給中のメニスカスのダイナミクスを制御することである。補給時の行き過ぎ相(overshoot phase)の間、噴出室に流入した流体の運動量により、メニスカスは平衡位置を越えたところに運ばれる。メニスカスのコンプライアンスが流体の流れを止めた時点で、メニスカスは内径から膨れ上がり、一時的にインクがノズルから突出した

状態をすなわち「ドーム形(igloo)」のように見える。これは、メニスカスの表面積を最小限にするように作用する表面張力の影響により、マイクロ秒以内にノズル内径の中に引っ込む。メニスカス背後の流体の動作により引き起こる粘性損失は、メニスカスのシーソー振動を引き起こして、時間とともに減衰しやがて停止する。

補給中のノズルの時間応答自体は、流体の大半がノズル内に流入される減衰二次調和振動子(damped second-order harmonic oscillator)により近似することができ、噴出室および補給口はメニスカスのコンプライアンスにより「弾み(bounce)」一方、粘性の消失により振動は徐々に減衰する。(関与するパラメータ、すなわち質量、コンプライアンスまたは抵抗はすべて本システムでは一定ではないことを補足しておく。すなわち、これは線形近似である。)

メニスカスが平衡位置を行き過ぎてノズルから膨れ上がっている短い間に、膨れ上がった流体がノズル口のまわりの素材に流出するおそれ

がある。この流出は、オリフィス口におけるメニスカスの膨らみとの接線により定まる接触角が、ノズルプレートに製造する素材の濡れ角基準を越えた場合に、非常に起こりやすい。それが生じたときには、メニスカスはノズル口から逃れ、流体のふくらみはノズルプレートの上に広がる。メニスカスが内径の中に引っ込むと、再びメニスカス自体がノズル端に付着し、それにより、すべてではないが大部分の流体が内径の中に引き戻される。各噴出および補給サイクル後には、一般にノズルのすぐ近くに小さな非常に浅いインク滴が「取り残される(stranded)」一般に約1,500 Hz以下の低周波数の動作条件では、この取り残されたインクのはほぼすべてをノズルにより排出するための時間が各噴出間にたっぷりある。しかし、一般に約1,500 Hz以上の高周波数条件では、ノズル口に新たなインクの滴りが生じる。この現象は、次の場合に低周波数でも生じることがある。すなわち、(1)インクの表面張力がかなり小さい場合、(2)オ

リフィスプレートの外面が十分に潤滑している場合、または(3)背圧(インクのブリナムの静的負ゲージ圧(static negative gauge pressure)の絶対値として定義)が十分に高い(少なくとも約-6インチH<sub>2</sub>O)場合。

この漏洩したインクは、インクのよどみ(tail)がメニスカスから離れ、ノズルから離れた小滴の頭部に追いつくような場合に、小滴噴出相中に噴出されたインク小滴を捕獲したり、もたらすことによって、印刷品質に悪影響を及ぼす。すなわち、引っ込んだメニスカスから(インク小滴の)離れ(breakoff)が生じることなく、ノズルの潤滑した外周のまわりの任意の地点からの(インク小滴の)離れが生じてしまい、小滴は軸を外れ(off-axis)インク溜り方向に引っ張られることになる。この方向誤差は小滴の飛行時間に統合され、印刷媒体上のドットブレースメントの位置エラーになる。この誤差の大きさおよび方向は任意であるから、その結果は予測することができなく印刷品質の重大な低下と

なる。ある場合には、このインク漏洩は、ノズルからの小滴噴出を完全に遮断するほど重大である。

したがって、周到に設計したすべてのインクジェット式プリントヘッドには、メニスカス行進量を最小限に抑えたり、メニスカスの振動が減衰して消えるまでに要する時間を最小限に抑えるための幾つかの特徴を含めることにより、前記事項(「ノズルの潤滑(nozzle wet-out)」と呼ぶ)を避ける必要がある。ここで留意すべきは、このノズルの潤滑は、小滴のよどみを一旦切り離してからノズルプレート上に再び降り戻すような噴霧動作により引き起こされたり、悪化させられたりする点である。また、ノズルの潤滑は、低粘度、高速小滴の場合に最悪となる。

従来においては、ノズルの潤滑は、ノズル内径の内部にあるメニスカスの平衡位置を定めるために、インク供給システム全体を通して、静的負圧(背圧としても知られている)を課すこ

とにより防止される方法が知られている。また、別の方法では、行き過ぎ中のメニスカスの離れを防止するために、ノズル口のまわりの部分に潤滑防止コーティングを塗布している。さらに、別の方法ではインク供給システムにおける粘性減衰量を増加させ、それによってノズルの潤滑が開始する値以下に行き過ぎ量を保っている。さらに別の方法では、インク溜りが特定半径を超えて増加することを防ぐための接触線障壁(contact-line barrier)が設けられている。

潤滑防止コーティングによる、行き過ぎ中のノズルの潤滑防止効果は限定的なものである。というのも、コーティングの寿命は塗布するプリントヘッドの寿命よりも一般に短いので、プリントヘッドの寿命が終るよりも前にノズルの潤滑が再発する。さらに、ノズルから膜をぬぐう際にコーティングを内側に押し込み、プリントヘッドを再生不能にしてしまわないように、該コーティングを充分に固定することは困難である。

また、静的負圧により行き過ぎ量を引き下げることはしばしば実際上不可能である。というのも、この背圧は噴出と噴出との間においてノズル中にインクを捕給することを阻止するように作用するからである。したがって、ノズルの潤滑を防止するための充分な背圧により動作速度が悪化してしまう。

しかし、第3の選択技、すなわち粘性減衰量の増加は、ノズルの潤滑に対して最も実質的な解決法であることが分かっている。これは次の理由による。すなわち、これが(1)ペンの寿命の間もちこたえるし、(2)噴出頻度限界を妥協させるほど供給を遅くさせないし、および(3)メニスカス表面上の液しわおよび波を弱めてプロセスをさらに安定にさせるからである。

プリントヘッド形状が、特定素材およびプロセスによって達成可能な最小寸法の限界を押し上げるので、泊圧抵抗を増加させること(インクチャンネル寸法変更)は、少なくともある場合においては減衰を増加させる最も実質的な方

法ではない。(非常に高品質のテキスト、高分解能グラフィックス、またはグレーレベルまたは「ハーフトーニング」を含む画像を印刷するときに望ましいので、より小さな小滴を噴出することができるようにプリントヘッド形状をスケールダウンする必要性が継続してある。50ピコリットル以下の容積の小滴では、不十分な乾燥によるノズルの凝滞は、印刷品質を低下させる主要な要因となる。) 前記構造の送りチャンネル寸法はすでに非常に微小であるから、送りチャンネル構造にピンチポイント(集中懸架素子として)を含めることは、送りチャンネルを含むバリヤ構造を形成しているレジスト膜のアスペクト比限界を越えるものである。デュポン社の「Yacrol」膜では、このアスペクト比は約1:1である。従って、「Yacrol」では、「Yacrol」の制約を受けない望ましい特徴は、膜の基膜厚さが0.001インチ(約0.0254ミリメートル)の場合に少なくとも0.001インチ(約0.0254ミリメートル)幅、0.002インチ(約0.0508ミ

リメートル)厚さの膜では0.002インチ(約0.0508ミリメートル)幅、等々でなければならない。したがって、製造可能であるためには、ノズルの凝滞を防止するために、充分なメニスカス成長を達成するための何等かの他の手段をプリントヘッド構造に含めなければならない。

クロストーク問題に対する前述アプローチ、すなわちノズル間の結合を最小限に抑えるためのアプローチは、3つに分類できる。すなわち、抵抗性、容量性、および慣性に分けられる。各方法およびその方法の代表的な実施例の批評について、以下に簡単に説明する。

抵抗性デカップリング(ノズルをお互いに液圧的に「デカップル」するため)では、インク送りチャンネルに存在する流体障礙を、クロストークサージのエネルギー含有量を分散させる手段として用い、それにより、いずれか1つのメニスカスのダイナミックスが、最も近い隣接メニスカスにより強く感知されないようにする。先行技術では、これは、一般に、インク送りチ

ャンネルの断面を主供給ブリナムよりも大きくするか小さくすることにより行われた。これらは簡単な解決法であるが、複つかの欠点がある。第1に、この解決法では、エネルギー分散に付随する圧力降下をもたらす流体動作に頼っている。すなわち、それだけでは、クロストークサージを減じることができるのみで、完全に遮断することはできない。したがって、多少のクロストークサージ「漏れ(leakage)」が常にある。第2に、これらの方法によりクロストークを完全に遮断する試みは、必然的にノズルの供給速度を限定し、それによってプリントヘッドの印刷可能な最大速度を下げってしまう。第3に、先行技術において実施した抵抗性デカップリング手法は、流体供給チャンネルの慣性に加えられ、プリントヘッドの性能に重大なかわり合いがある(すぐ後に続く慣性デカップリング解説の最後で説明する)。

容量性デカップリングでは、インク送りチャンネルがインク供給ブリナムと交わるポイント

上のノズルプレートに特別の穴があけられている。インク送りチャンネルのすべての圧力サージは、この特別穴(または「ダミーノズル」)に存在するメニスカスの変位に変えられる。このようにして、この穴は短い圧力パルスのためのアイソレータ(絶縁装置)として作用するが、前給の流れは妨げない。このアイソレータ穴の位置、大きさおよび形状は、この穴がまるでノズルであるかのようにインク小滴を噴射させることなく、要求されるデカップリング度の得られるように注意深く選択しなければならない。この方法は、クロストークを防止する点において非常に有効である(しかし、後記するようなノズルのメニスカスのダイナミックスに伴う問題がもたらされる)。

慣性デカップリングでは、送りチャンネルはできる限り長くかつ細く作られており、それによりチャンネル内に流入した流体の慣性面を最大にしている。流体の慣性は、サージの突発性に比例してクロストークサージに応答する能力

を「クランプ」し、それによりクロストークパルスがインク送りチャンネルに入ったり出たりすることを禁じている。このデカップリング方法は先行技術で用いられているが、用いるプリントヘッド内かなりの面積を必要とし、コンパクトな構造を不可能にしている。さらに、矩形断面を有するパイプの抵抗性成分は長さに正比例し、2つの断面寸法の小さい方の三乗と反比例するので、流れ抵抗が許容できないレベルになり、供給速度が下がってしまう。しかし、後記するように、ノズルのメニスカスのコンプライアンスとこのイナータンスとの結合により引き起こされる動的効果がさらに重要である。

先行技術には、メニスカスのダイナミックスの問題に関する明らかな解決法は提示されていない。益々速い繰返し速さを受け入れるようにプリントヘッド設計を押し進めてきたので、これは明らかにごく最近表面化してきた問題である。隣接ノズルのダイナミックスをデカップルするために用いる方法は、少なくとも外面的に

見れば、メニスカスの振動を減衰する際に明らかに有効である。しかしながら、実際には、デカップリング手段を振動性減衰手段として用いようとする場合には、幾つかの問題が生じる。この問題は、下記に概説するように、ノズルのメニスカスとインク送りチャンネル内に流入した液体との間の相乗効果に由来するものである。

全インク送りチャンネルの幅を減らすことによって抵抗性デカップリングを試みる場合は、送りチャンネル内に流入した液体の慣性が増大する。この慣性をノズル内のメニスカスのコンプライアンスと結合すると、メニスカスの振動のより低い共振周波数が生じ、これはノズルの噴出と噴出との間により長いセトリング時間を要求する。慣性作用および抵抗性作用が合わさり、結果として、セトリング時間を減少させることができなくなる。

容量性デカップリングは、送りチャンネル慣性に関連するノズルのメニスカスの共振周波数に対応する周波数以下の小振幅射周波数におい

て有効であることが分かっている。しかし、その実行は、メニスカスの共振振動数の近くの周波数では、相互作用により複雑になる。特に、アイソレータオリフィスは、高周波数サージのための低インピーダンス分路として作動する。したがって、アイソレータオリフィスと共にブリナム端で終結するインク送りチャンネルの高周波数インピーダンスは、アイソレータのない同等なチャンネルよりも低くなる。これは、バブル成長相において、ノズルから離れたブローバック流がアイソレータオリフィスにより増大されることを意味する。これにより、ノズルから噴射される小滴の運動エネルギーが奪われ、小滴の大きさがより小さくなり小滴の速度がさらに遅くなるので、噴射効率がより低くなる。バブル消失相中には、アイソレータオリフィスのメニスカスに液体の流れを捕絡室に送り込み、共振モードを励起させ、そのモードでは2つのメニスカスがインク送りチャンネルを介してメニスカス間の液体を交換する。この2つのメニ

スカスは大きさの同様な最も実用的な設計のためのものであり、効率的に「連続して」いるので、結合されたシステムの等価コンプライアンスは、1つのオリフィスのみを備えたシステムのおおよそ半分である。2オリフィスシステムはこのように高周波数で共振し、セトリング時間の見地から言えば利点はあるが、共振システムに蓄えられるエネルギーを消散させる必要がある。その実行にあたっては集中的な減衰が必要である。この共振作用は最近まであまりよく理解されていなかったのだが、効率低下は、プリントヘッドが作動するのを妨げるほどかなり重大である。

次の点を達成する印刷方法が必要とされていることは明らかである。すなわち、(1)隣接ノズルから所定のノズルを分離すること、および(2)捕絡中にメニスカスの振動を減らすこと(引き続いて噴出される小滴の噴射に対する妨害を最小限に抑えるため)である。また、これらは、不利な副次作用をもたらすことなく、達成

される必要がある。

(課題を解決するための手段)

本発明によれば、噴射される流体の粘度が調整され、液体供給チャンネルまたはインクジェット式プリントヘッドの補給口での減衰量が制御される。粘度の増加はインク供給回路の全体に存在する粘性減衰を増大するように作用するので、供給回路内の過度の圧力を防止するために、供給回路の送りチャンネル寸法を大きくすることができる。背景技術において前述した従来手法により減衰を高めることが要求されるように、延阻および製造の観点から、上記特徴を小さくする際のずっと困難な問題とは対照的に、上記特徴を拡大することは簡単である。

インクジェット式プリントヘッドの動作を高めるためにこの原理を用いることのできる方法を示した2つの例がある。第1の例では、ノズルの遠隔から引き起こる指向性問題、すなわち「ストリーキング(streaking)」は、元の値5cpから調整値7.5cpまでのインク粘度増加により

除去される。第2の例では、バリヤ構造の製造可能な限界における不十分な結露問題が取り上げられる。この場合、チャンネルのアーキテクチャーを拡大してより濃いインクを受け入れている。元のインクの粘度は1.2cpである。中間インク粘度は5cpであった。最も濃いインクの粘度は11cpである。

本発明は、減圧調整が不可能であるか実行不可能である場合、すなわちすでに製造可能な限界にあるか他の設計制約によりもはや変更することのできないヘッドのアーキテクチャーにおいて、プリントヘッドの性能を高める手段としてインク粘度の調整を必要とする。インク粘度の調整により、ノズル補給とメニスカスのセトリング時間との間の、そうでなければ不可能なトレードオフ(妥協)範囲を、該プリントヘッドで可能とした。本手法により可能となった動作速度の改善は非常に大きい。すなわち、現在の技術水準では動作速度が3〜5倍速くなった。

インク粘度の増大とともにペンの滴下安定性が改善されたが、この粘度増加は全環境動作範囲にわたり、図解、目詰まりおよび印刷品質の問題をもたらすことはない(一般に30℃/70% RH〜15℃/20% RHの値であり、ここで、RHは相対湿度(relative humidity)を示す)。

本発明は、10 kHzよりも上で行われる小振幅射において過渡過渡する安定性問題もなく、小さな小滴容量のプリンタを作動させることができる。本発明は、インク小滴形成のダイナミックスを、オリフィスプレートの変形性からデカップルすることができ、それにより不規則な渦波応答、経路誤差および吸気をも防止している。これらのプリントヘッドは、同様なチューニングの試み(例えば、集中抵抗性素子を含めることにより)が禁止されている場合でさえ、上記のような特性を避けることができる。

(実施例)

今度のは図面を参照するが、その中では同一照合番号が全体を通して同じ素子を示し、プリン

トヘッドの一部を第1図に示す。特にノズルプレート10が示してあり、個々の凹部13内の窪みに多数のノズル12が配置されている。インク14は、特定配置のノズルを通り抵抗器から印刷媒体(例、紙)の方へ噴出され、英数字やグラフィックスなどを作り出す。

第2図は送り室16の一部を示し、その中に抵抗器18がある。すなわち、各ノズル12には1つの抵抗器が付随する。インクは、プリナム(図示していない)から送り室に供給される。外部供給源からパルス状のエネルギーを受け取ると、インク14小滴を印刷媒体の方に噴出するのに十分なレベルにまで、抵抗器18が加熱される。インク小滴14を噴射した後では、以後の噴出を準備するために小室18にインクが補給される。

ノズル12にはノズル径dがあり、各抵抗器は一辺の大きさがsの平方面積を占め、チャンネル幅はwにより与えられる。ノズルプレート10の厚さはtpであり、バリヤ層20の厚さはtbである。望ましい実施例では、プリントヘッドに、

55 $\mu$ m厚さの「Yacrel」より成るバリヤ層20および63 $\mu$ m厚さの金めっきニッケルから成るノズルプレート10を用いる。ノズル12は直径が47 $\pm$ 3 $\mu$ mであり、抵抗器は64 $\mu$ m $\times$ 64 $\mu$ m、チャンネル幅は84 $\mu$ mである。

従来技術として示したように、行き過ぎ相中により、インク溜り22がノズル13の近くにできることがある。この溜りは、小室の中に残らなければ、インク小滴14がノズル13から噴射されるときに、その小滴の妨害をして印刷品質に有害な影響を及ぼすことがある。

補給プロセス中に、メニスカスは平衡位置を行き過ぎ、さらに動きが遅くなり、次いで停止し、ついにはメニスカスの表面張力により逆方向に動かされる。メニスカスが停止したときに最大行過ぎが生じる。第3図の $\theta$ は、メニスカスの最大行過ぎ量に相当する。角度 $\theta$ は、ノズル周辺のメニスカス表面との接線および上プレート面と平行に引いた線とにより定まる。上プレートへの流出を避けるために、 $\theta$ は、インク

および上プレート素材に対する接触角 $\theta$ よりも小さくなければならない。

本書に用いるように、安定した小滴発生器は、一貫した径路、容積、速度、およびブレークアップパターンの小滴を作り出す。本発明によれば、粘度が増大するにつれてこの安定性は確実にになる。これは、補給および噴射プロセスを押し進める慣性および表面力の平衡を保ち制御している、粘度の減衰作用によるからである。低粘度の不安定小滴発生器は、無秩序なメニスカス動作、大きなメニスカス行過ぎ量、一定しない噴射パターン、および溜り22により特徴づけられる。

この安定性は、ドットブレースメントおよび寸法の精度および一貫性を調べることにより測定することができる。安定性は、紙の上の線間隔を調べて測定した。ペンの奇数番号のノズルがページを横切るように噴出され、1組の平行線が形成された。次に、偶数番号のノズルにより同等なパターンをページの異なる箇所に作っ

た。視覚システムが次にこのパターンを検査して、線間隔および線幅の均一性を測定した。

線間隔および線幅のこの測定値は、次に4を完全等級とする総合的な「印刷品質番号」に組み込んだ。36℃での試験（印刷品質に対する最悪使用温度）により、40% R<sub>2</sub>O/60% DEG インク（DEGはジエチレングリコール）の印刷品質番号が5.2であることが明らかになり、これは小さな粘性である50% R<sub>2</sub>O/50% DEG（印刷品質番号1.2）よりも完全に2ポイントだけ優れていた。また、ドットブレースメントだけを考慮に入れた、同じプロットを用いるクロスキャン指向性の測定値は、インク粘度が5から7.5になる（50/50 水/DEGから40/60 水/DEG）と、角度誤方向の変動が43%だけ減少することが分かった：

表1

印刷結果 (30℃/70% RB)

インク (%R <sub>2</sub> O/DEG)	粘度 (cp)	fastness- $\theta$ (度)
50/50	5.0	1.20
40/60	7.5	0.85

プリントヘッドのインク流量のコンピュータモデリングにより、59 $\mu$ mの「Yacrel」と直径が43 $\mu$ mのノズル12を用いたペンから成るより高い粘度のインクモデリングから安定性が改善されることが確認され、50/50 水/DEGから40/60 水/DEGまでの顔色剤成分の変化が、補給時間、行過ぎ量、および減衰における下記のような変動をもたらすことが分かった：



表2

30℃における50/50 に関する% 変化

インク	温度	精給	行過ぎ量	減衰
40/60 H <sub>2</sub> O/DEG	80℃	+2.5%	-26.1%	136.9%
40/60 H <sub>2</sub> O/DEG	30℃	118.2	-49.3	167.4

別の比較例では、50/50 インクは2,500 Hzから始まるスピアドロップを示した。(スピアドロップはヘッドレス、非常に速く、たいてい誤った方向に向かう。すなわち、特定周波数より上に見れる。) 40/60 インクは約4,800 Hzの周波数から始まるスピアドロップを示し、30/70 インクは5,500 Hzよりも高い周波数から始まるスピアドロップを示した。

さらに別の比較例では、各種インク成分がベンから噴出され、下記のような結果になった：

表3

H<sub>2</sub>O/DEG の各種粘度における特性

% H <sub>2</sub> O	Vmin/Vss	指向性	粘度cp(25℃)
60	0.729	1.5	3.89
50	0.833	4	5.48
40	0.860	7.5	8.61
30	>0.95	9	13.81
20% NMP	0.901	7.5	7.94

注) 1) Vmin/Vssは、周波数共振表の最小速度と定常速度の比である。1.0 に近い値は周波数範囲全体にわたる安定性を示す。

2) 指向性は0～9の尺度があり、0は不良および9は良である。

3) 20% NMP=40% H<sub>2</sub>O、40% DEG、20% N-メチルピロリジン。

表4

% H<sub>2</sub>O/DEG に対する印刷品質

H <sub>2</sub> O/DEG	平均P Q格付け
70/30	9.8
60/40	8.0
50/50	11.9
40/60	16.5
30/70	18.0
5% NMP	14.0
10% NMP	13.8
15% NMP	16.0

注) % NMPに加うるに、等量のH<sub>2</sub>OおよびDEG

印刷品質は、上記の鋭ましいプリントヘッド構成を用いて、各種成分に対して決定される。その結果を下記に一覧し、平均印刷品質は指示された展色剤に対して与えられる。この値が大きくなればそれだけ、印刷品質が悪くなる。各ペンには各々10個のノズルの3つのグループがある。すなわち、この各グループはプリミティブと呼ばれる。試験では、各半プリミティブ(奇数および偶数ノズル)に対して目視確認が行われ、6つの半プリミティブすべてが合計されて平均P Q格付けに達する。この格付けは、0=非常に劣る、1=劣る、2=普通、3=良を基準とする。すなわち、2以上の値(ここでは、12.0以上)は、許容し得るものとみなされる。

前記から、インク粘度の増大により印刷品質をかなり改善することが明らかである。しかし、粘度の高いインクは乾燥に長い時間を要し、補給時間が増加するので、用いることのできるインクの粘度には上限がある。実際に、ある印刷媒体(例、マイラー第2原紙)と共に用いると、その上限は厳しく制約される。例えば、30/70

H<sub>2</sub>O/DG は紙に使用できるが、マイラー第2原紙と共に用いることはできない。

前述の例ではインクの粘度を増加するためにジエチレングリコールを用いたが、本発明の内容が、インクジェット印刷に一般に使用する水相溶性グリコールに適用できることは、本技術に精通した者にとって容易に明白である。したがって、ジエチレングリコールの他に、エチレングリコールおよびプロピレングリコールは、インクジェット印刷に用いる多くのグリコールのほんの2、3の例であり、水に対してグリコール含有量を増加させると、前述と同じ最終結果の同一目的を達成する。

#### (発明の効果)

以上のように、本発明によれば、液圧調整が不可能であるか実行不可能である場合、すなわちすでに製造可能な限界にあるか他の設計制約によりもはや変更することのできないヘッドのアーキテクチャーにおいても、インク粘度の調整することにより、ノズル補給とメニスカスの

セッティング時間との間の、そうでなければ不可能なトレードオフ（妥協）範囲を拡大することが可能であり、動作速度が著しく改善される。

また、本発明によれば、インク粘度の増大とともにペンの落下安定性が改善され、しかも、この粘度増加は全環境動作範囲にわたり、画素、目詰まりおよび印刷品質の問題をもたらすことはない。

また、本発明によれば、10 kHzよりも上で行われる小滴噴射において通常遭遇する安定性問題もなく、小さな小滴容量のプリントを作動させることができる。さらに、また本発明は、インク小滴形成のダイナミクスを、オリフィスプレートの歪曲性からデカップルすることができ、それにより不規則な周波数応答、経路誤差および吸気をも防止している。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、ノズル及びそれに関連するインク溜まりからインク小滴が現れる様子を示した、ノズルプレートとそのノズルを示す透視図であ

り、

第2図は、特定の小滴発生器の構造を示すために、第1図の線2-2により切断した断面図であり、

第3図は、第2図と同様の断面図であり、膨らんだメニスカスを荷えたインクが充填された小滴発生器の部分と、特徴的な濡れ角 $\theta_w$ でノズルプレート濡らしているインク小滴を示している。

- 10…ノズルプレート、
- 12…ノズル、
- 13…凹所、
- 14…インク、
- 16…送り翼、
- 18…抵抗器、
- 20…バリア層、

出願人代理人 古 谷 肇  
所 津 部 孝 彦  
同 古 谷 聡

Fig. 1.

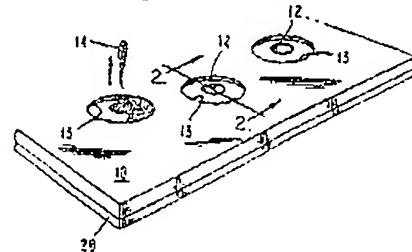


Fig. 2.

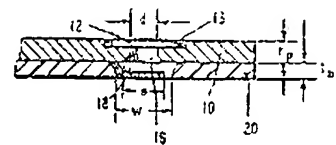
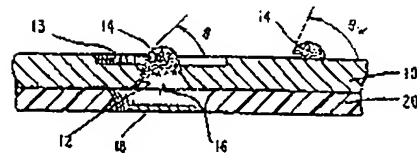


Fig. 3



第1頁の続き

⑥Int. Cl.:

識別記号

庁内整理番号

B 41 J 2/01  
2/05

7513-2C B 41 J 3/04 1 0 3 B

- |      |                     |                                                          |
|------|---------------------|----------------------------------------------------------|
| ⑦発明者 | ドナルド・ビー・パー<br>グステッド | アメリカ合衆国カリフォルニア州92129 サン・ディエ<br>ゴ, パセオ・ザルダイヴァー・13772      |
| ⑦発明者 | ケネス・イー・トル<br>バ      | アメリカ合衆国オレゴン州97330 コーヴアリス, エヌ・<br>ダブリュ・フェア・オークス・ブレイス・5755 |
| ⑦発明者 | アーサー・アール・ハ<br>ート    | アメリカ合衆国オレゴン州97330 コーヴアリス, エヌ・<br>ダブリュ・ランタナ・ドライブ・1936     |
| ⑦発明者 | ウィリアム・アール・<br>ナイト   | アメリカ合衆国オレゴン州97330 コーヴアリス, エヌ・<br>ダブリュ・サンヴュー・ドライブ2044     |